



TUGAS AKHIR TF 1455565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE RESERVOIR PADA MINI PLANT
GREENHOUSE HIDROPONIK BERBASIS
MIKROKONTROLLER ARDUINO**

**DINA ASTRI RIANA
NRP 2412.031.023**

**Dosen Pembimbing
Hendra Cordova, ST, MT**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - TF 1455565

DESIGN OF TEMPERATURE RESERVOIR CONTROL SYSTEM IN MINI GREENHOUSE HIDROPONIC PLANT BASED ON ARDUINO

**DINA ASTRI RIANA
NRP 2412.031.023**

**Supervisor
Hendra Cordova, ST, MT**

**DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING
Department Of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE *RESERVOIR* PADA *MINIPLANT*
GREENHOUSE HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

Oleh :

DINA ASTRI RIANA
NRP. 2412 031 023

Surabaya, 3 Juli 2015
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Hendra Cordova, ST, M.T
NIP. 19690530 199412 1 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika ETI - ITS

Dr.Ir. Totok Sochartanto, DEA
NIP. 19650309 199002 1 001

Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi



Dr.Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE RESERVOIR PADA MINIPLANT
GREENHOUSE HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada

Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :


DINA ASTRI RIANA
NRP. 2412 031 023

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Hendra Cordova, ST., M.T.

 (Pembimbing)

2. Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc.

 (Ketua Tim Penguji)

3. Ir. Heri Joestiono, M.T.

 (Penguji I)

4. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.

 (Penguji II)

SURABAYA
3 JULI 2015

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATURE *RESERVOIR* PADA *MINIPLANT GREENHOUSE* HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO”

Nama : Dina Astri Riana
NRP : 2412 031 023
Prodi : D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Hendra Cordova ST, MT

Abstrak

Pada sistem pengendalian *temperature* merupakan suatu rancangan sistem yang mampu mengendalikan *temperature reservoir* pada *miniplant greenhouse* hidroponik khususnya pada *temperature reservoir* tangki larutan nutrisi. Plan pengendalian *temperature reservoir* ini menggunakan sistem pengendalian bermode *on-off* dan menggunakan LM35 sebagai sensor suhu, *microcontroller* sebagai *controller*, LCD berfungsi untuk menampilkan data dan aktuator yaitu *fan*. Cara kerja dari plan pengendalian ini yaitu sensor LM35 akan mendeteksi perubahan suhu pada tangki larutan nutrisi *temperature reservoir* yang kemudian diolah oleh *microcontroller* arduino mega 2560 sehingga perubahan suhu dapat ditampilkan melalui LCD. Pada tangki larutan nutrisi *temperature reservoir* dilakukan pengujian untuk nilai *temperature* yang sesuai, kemudian ditentukan nilai *set point* yang sesuai yaitu 33°C. pada hasil pengujian dapat terlihat bahwa nilai *temperature* bergantung pada jam pengambilan, pada pukul 24.00 sampai 06.00 nilai tangki *temperature reservoir* rendah yaitu antara 25°C sampai 27°C, sedangkan pada pukul 07.00 sampai 17.00 nilai tangki *temperature* 27°C sampai 29°C. untuk perhitungan akurasi sistem, didapatkan bahwa sistem pengendalian *temperature reservoir* pada tangki larutan nutrisi mempunyai akurasi sebesar 98%.

Kata Kunci : Sistem pengendalian *temperature*, sensor suhu LM35, Mikrokontroler Arduino Mega 2560

“DESIGN OF TEMPERATURE RESERVOIR CONTROL SYSTEM IN MINI GREENHOUSE HIDROPONIC PLANT BASED ON ARDUINO”

Name : Dina Astri Riana
NRP : 2412 031 023
Study of Program : D3 Metrology and Instrumentation
Department : Teknik Fisika FTI-ITS
Supervisor : Hendra Cordova. ST, MT

Abstract

The temperature control system is a system than can control the temperatur reservoir in miniplant greenhouse hydroponic expecially in nutrient solution tank reservoir. The temperature control system are used on-off control mode with LM35 as temperature sensor, microcontroller as controller,LCD as displayed of data,and used actuator of fan. . The work principle of the control plant is beginning from temperature sensor. The temperature is change of tank reservoir nutrient solution and would detected by LM35 temperature sensor. Then,the information that getting by this sensor will be processed by micocontroller. The last, the display of temperature is change is appearance in LCD. At the nutrient solution tank reservoir temperature testing temperature corresponding to the value, and then determined the appropriate set point value is 33 ° C. on the test results can be seen that the temperature values depend, at 24.00 until 06:00 grades lower reservoir tank temperature is between 25 ° C to 27 ° C, while at 07.00 to 17.00 grades tank temperature of 27 ° C to 29 ° C. for the calculation accuracy of the system, it was found that the temperature control system in the reservoir tank nutrient solution has an accuracy of 98%.

Keywords: *Temperature control system, temperature sensor , LM35, microcontroller Arduino Mega 2560*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATURE RESERVOIR PADA MINIPLANT GREENHOUSE HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku ketua jurusan Teknik Fisika,FTI-ITS
2. Bapak Dr.Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kaprodi D3 Metrologi dan Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
3. Ibu Ir. Jerri Susatio, MT selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan perhatiannya selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Fisika
4. Bapak Hendra Cordova,ST,MT, selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang kuliah sampai tugas akhir ini.

6. Orang Tua saya yang tercinta, dan adik saya, terima kasih atas segala dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual dan material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.
7. Komunitas Hidroponik Surabaya yang telah banyak memberikan ilmu serta referensi pada tugas akhir ini yang sangat membantu dalam proses pengerjaannya.
8. Kelompok Tugas Akhir Hidroponik Project, Bayu, Dzulfikar dan Afandi yang selalu memberi semangat, semoga selalu teringat untuk kebersamaan kita.
9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir D3 Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2012 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan sahabaat saya novia yang selalu memberi dukungan serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
10. Kakak-kakak dari lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
11. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 3 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Laporan	2
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1 Hidroponik.....	5
2.2 Sistem <i>Nutrient Film Technique (NFT)</i>	6
2.3 Rumah Kaca (<i>Greenhouse</i>)	7
2.4 Sistem Pengendalian.....	8
2.5 Sensor LM35	11
2.6 Arduino Mega 2560.....	14
2.7 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) Ukuran 20x4	18
 BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT ..	 21
3.1 Block Diagram Perancangan Alat	21
3.2 Perancangan Sistem Pengendalian Temperature pada <i>Greenhouse</i> Hidropoonik	22
3.3 Perancangan <i>Local Control Unit (LCU)</i>	24
3.4 Perancangan <i>Hardware</i>	25
3.4.1 Perancangan <i>Power Supply</i>	25
3.4.2 Perancangan Sensor LM35.....	26
3.4.3 Perancangan Modul Relay.....	27

3.4.4 Perancangan Arduino Mega 2560	29
3.5 Perancangan Perangkat Lunak <i>Software</i>	30

BAB IV. ANALISA DATA.....33

4.1 Pengujian Alat	33
4.2 Pengujian Sistem	33
4.2.1 Pengujian Sensor LM35	36
4.2.2 Pengujian Respon Sistem Untuk Mencapai <i>Set point</i>	37
4.2.3 Pengujian Sistem Setelah Dikontrol.....	40
4.2.4 Perhitungan Akurasi	42
4.3 Analisa Data	42

BAB V. PENUTUP.....45

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA.....67

LAMPIRAN A1 (Data Uji <i>Temperature Reservoirs</i> Sebelum dikontrol).....	A-1
--	------------

LAMPIRAN B1 (Data Uji <i>Temperature Reservoirs</i> Setelah dikontrol).....	B-1
--	------------

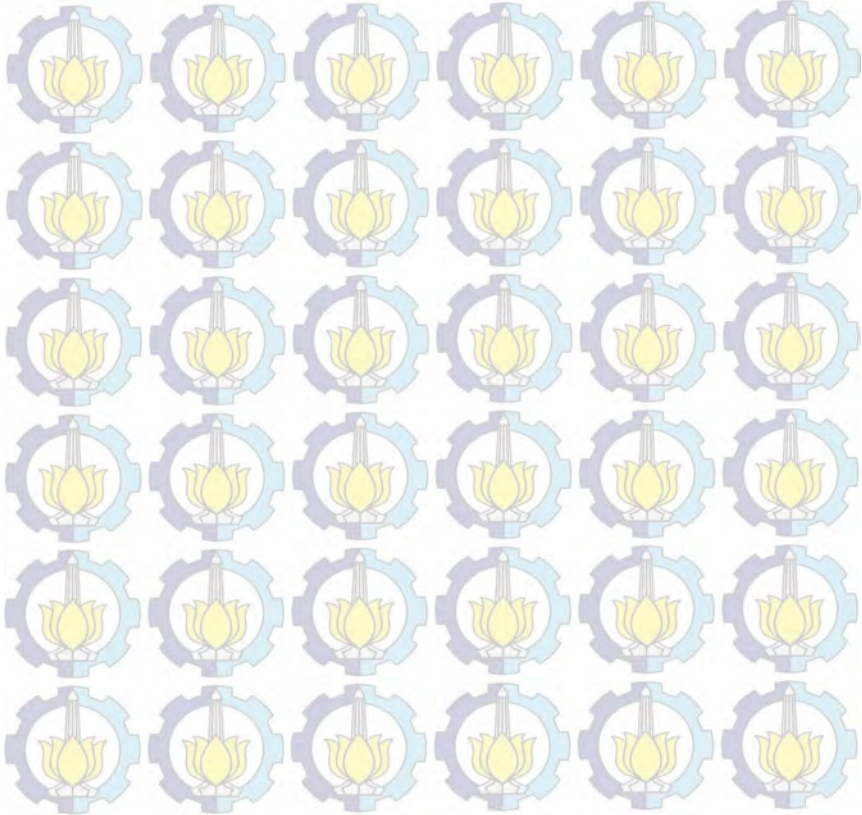
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i>	7
Gambar 2.2 Diagram Blok Aliran Sistem Pengendalian Tertutup	11
Gambar 2.3 Sensor LM35	12
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sensor LM35	13
Gambar 2.5 Karakteristik dan Rangkaian Sensor LM35	14
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560.....	16
Gambar 2.7 LCD karakter 20x4.....	18
Gambar 2.8 Desain rangkaian LCD dengan Arduino mega 2560	19
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan & Pembuatan Alat	21
Gambar 3.2 Desain <i>miniplant greenhouse</i> hidroponik.....	22
Gambar 3.3 Rancangan <i>Plant temperature</i> pada <i>greenhouse</i> hidroponik.....	22
Gambar 3.4 <i>Fan</i> dan sensor LM 35.....	23
Gambar 3.5 Diagram blok pengendalian <i>temperature</i>	24
Gambar 3.6 LCU <i>plant</i> pengendalian <i>temperature</i>	25
Gambar 3.7 Rangkaian Power Supply 5 volt	26
Gambar 3.8 Rangkaian <i>power supply</i> 12 volt.....	26
Gambar 3.9 Penempatan sensor LM 35	27
Gambar 3.10 Rangkain modul relay	28
Gambar 3.11 Display <i>Temperature reservoir</i> pada LCD	38
Gambar 3.12 Eletktrik arduino mega 2560	30
Gambar 3.13 Listing program <i>temperature reservoir</i> pada arduino	31
Gambar 3.14 Listing tampilan LCD <i>temperature reservoir</i> pada arduino	31
Gambar 4.1 Grafik perubahan <i>temperatur reservoir</i> sebelum dikontrol pukul 18.00 -24.00 WI.....	35
Gambar 4.2 Grafik perubahan temperatur reservoir sebelum dikontrol pukul 00.00 – 17.00 WI.....	36

Gambar 4.3 Grafik pengujian respon sensor LM35 dari 40°C hingga set point 33°C	39
Gambar 4.4 Grafik pengujian temperatur yang dikontrol	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pin LCD 20x4.....	18
Tabel 4.1 Pengukuran sistem sebelum dikontrol	34
Tabel 4.2 Data Pengujian Sensor LM35	36
Tabel 4.3 Data pengujian respon mencapai <i>set point</i>	37
Tabel 4.4 Data pengujian sistem yang sudah dikontrol	40
Tabel 4.5 Tabel data error (<i>ess</i>) dengan <i>set point</i> 33°C	41
Tabel 4.6 Data perhitungan akurasi	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi yang besar sekali dalam bidang pertanian. Sumber alam yang berlimpah serta kondisi alam Indonesia yang menunjang menjadikan negara Indonesia memiliki peluang yang besar bagi kemajuan agroindustry. Sektor ini berperan sebagai penunjang ketersediaan pangan bagi rakyatnya. Seiring perkembangan teknologi, sektor pertanian juga ikut mengalami perkembangan. Salah satu perkembangannya adalah pengembangan pola cocok tanam tanpa media tanah. Pola cocok tanam ini dikenal dengan nama hidroponik. Hidroponik berasal dari kata *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti daya. Pola cocok tanam sistem hidroponik merupakan pola cocok tanam yang memberdayakan air sebagai dasar pembangunan tubuh tanaman. Air disini bukanlah air biasa, tetapi air yang berisi zat-zat tertentu yang dapat membantu proses tumbuhnya tanaman dan proses fisiologi tanaman.

Greenhouse hidroponik adalah suatu metode tanpa menggunakan tanah sebagai metode pertumbuhan tanaman. Metode ini bukan merupakan hal baru dalam dunia pertanian. Namun, masih banyak masyarakat yang belum mengetahui dengan jelas bagaimana cara melakukannya dan apa keuntungannya. Sebelumnya pengendalian temperature reservoir belum banyak digunakan pada sistem *greenhouse*. Dengan *Greenhouse* hidroponik sistem pengendalian temperature, petani dapat meningkatkan kualitas dan hasil produksi tanamannya yang dapat dilakukan pada lahan sempit pada perkotaan. Untuk menghasilkan hasil produksi tanaman yang baik, para petani harus memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dari tanaman yang salah satunya adalah temperatur pada *Greenhouse* hidroponik.

Pada tugas akhir ini akan didesain sebuah sistem pengendalian pada kontrol temperatur *Greenhouse* hidroponik berbasis mikrokontroller arduino yang memiliki bagian yaitu

LM35 sebagai sensor temperatur yang digunakan untuk kontrol temperature pada greenhouse hidroponik. Pengendalian terletak pada pengaturan *fan* untuk mengatur *temperature* pada Greenhouse hidroponik dan sebuah mikrokontroller arduino sebagai pusat dari sistem kontrol.

1.2 Rumusan Permasalahan

Pada pelaksanaan tugas akhir ini permasalahan yang diangkat adalah bagaimana merancang dan mengontrol temperature pada *Greenhouse* hidroponik yang digunakan untuk menyesuaikan temperature yang dibutuhkan tanaman dengan menggunakan Mikrokontroller Arduino sebagai kontrolernya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini adalah

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang *control Temperature* pada reservoir *Greenhouse* hidroponik dengan sensor LM35.
2. Menggunakan mikrokontroler Arduino mega 2560 sebagai kontroler pada sistem *Greenhouse* hidroponik
3. Menggunakan sensor LM35 sebagai sensor *temperature* pada *Greenhouse* hidroponik

1.4 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah merancang dan mengontrol temperature pada *Greenhouse* hidroponik yang digunakan untuk menyesuaikan temperature yang dibutuhkan tanaman dengan menggunakan Mikrokontroller Arduino sebagai kontrolernya.

1.5 Sistematika Laporan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan disusun secara sistematis dan terbagi dalam beberapa bab, yaitu dengan perincian sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, tugas akhir, metodologi penelitian dan sistematika laporan.

BAB II

Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang sistem hidroponik, sistem pengendalian *on-off*, lampu indikator, LCD dan microcontroller arduino Mega.

BAB III

Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai langkah-langkah yang harus dilalui untuk mencapai tujuan dan simpulan akhir dari penelitian. Produk akhir dari tahap ini adalah perancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji, dan dianalisa

BAB IV

Pengujian Alat dan Analisa Data

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari bab III, dimana pengujian yang telah dilakukan dan akan didapatkan data, baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian akan dilakukan analisa dan pembahasan.

BAB V

Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini adalah berisi mengenai kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengerjaan tugas akhir adapun teori penunjang yang dipakai sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan antara lain : komponen *miniplant* sistem pengendalian *temperature* pada greenhouse Hidroponik yaitu Hidroponik sistem NFT, greenhouse, sistem pengendalian, sensor suhu LM35, Arduino Mega, pengendalian *On-Off*, LCD,

2.1 Hidroponik

Menurut Lingga (1985) ,hidroponik berasal darai bahasa latin yaitu *hydroponic*. Dibagi menjadi dua suku kata, *hydro* yang berarti air dan *ponous* berarti pengerjaan. Definisi hidroponik adalah pengerjaan atau pengelolaan air yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman dan tempat akar tanaman mengambil unsur hara yang diperlukan. Umumnya media tanam yang digunakan bersifat porous, seperti pasir, arang sekam, batu apung, kerikil, dan *rockwool*.

Kultur hidroponik adalah metode penanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah. Secara harfiah hidroponik berarti penanaman dalam air yang mengandung unsur hara. Dalam praktek sekarang ini, hidroponik tidak terlepas dari penggunaan media tumbuh lain yang bukan tanah sebagai penopang pertumbuhan tanaman (Rosliani dan sumarni 2005). Berbagai sistem hidroponik dikelompokkan menjadi dua, yaitu kultur subtract dan kultur air. Pada kultur substrat, penanaman dilakukan menggunakan media tanam padat berpori sebagai tempat dimana akar tanaman tumbuh. Media tanam yang digunakan dapat berupa media organik, anorganik, atau campuran dari keduanya. Pada kultur air penanam dilakukan tidak menggunakan media tanam atau media tumbuh, sehingga akar tanaman tumbuh di dalam larutan nutrisi atau di udara. Kultur air dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu hidroponik larutan diam, hidroponik dengan larutan nutrisi yang disirkulasi, dan aeroponik. Sistem hidroponik pada larutan yang digunakan pada tugas akhir

ini mengacu kepada larutan nutrisi yang mengalir dengan aliran yang pelan.

Berdasarkan penggunaan larutan nutrisinya, hidroponik digolongkan menjadi dua, yaitu hidroponik sistem terbuka dan hidroponik sistem tertutup. Pada hidroponik sistem terbuka, larutan nutrisi dialirkan ke daerah perakaran tanaman dan kelebihan dibiarkan hilang. Sedangkan hidroponik sistem tertutup, kelebihan larutan nutrisi diberikan, ditampung dan disirkulasikan kembali ke daerah perakaran tanaman (Chaidirin 2007).

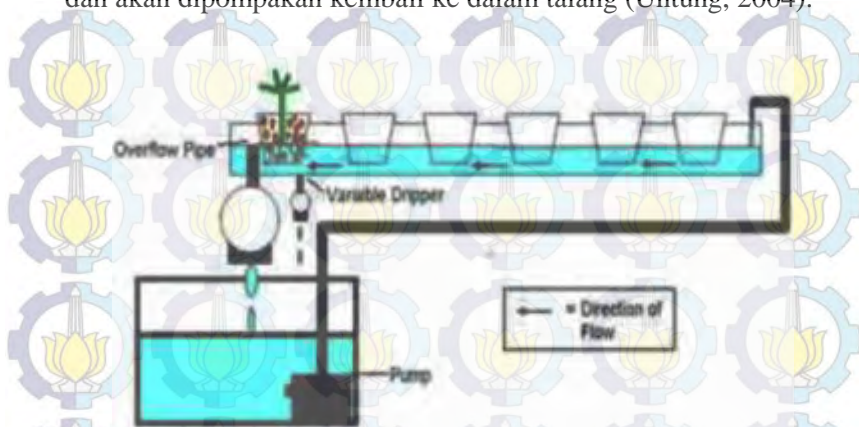
Saat ini dikenal 8 macam teknik hidroponik modern yaitu *Nutrient Film Technique (NFT)*, *Static Aerated Technique (SAT)*, *Ebb and Flow Technique (EFT)*, *Deep flow Technique (DFT)*, *Aerated Flow Technique (DIT)*, *Root Mist Technique (RMT)* dan *Frog Feed Technique (FFT)* (Chaidirin, 2007).

2.2 Sistem *Nutrient Film Technique (NFT)*

Hidroponik sistem *Nutrient Film Technique (NFT)* dikategorikan sebagai sistem hidroponik tertutup. *Nutrient Film Technique (NFT)* adalah metode budidaya yang akar tanamannya berada di lapisan air dangkal tersirkulasi yang mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Kata “film” pada hidroponik *Nutrient Film Technique* menunjukkan aliran tipis. Dengan demikian, hidroponik hanya menggunakan aliran air (nutrient) sebagai medianya. Perakaran dapat berkembang di dalam larutan nutrisi dan sebagian lainnya di atas permukaan larutan. Aliran larutan sangat dangkal, jadi bagian atas perakaran berkembang di atas air yang lebat tetepi berada di udara. Di sekeliling perakaran ini terdapat selapis larutan nutrisi (affan 2004).

Pada sistem NFT, talang talang berbentuk segiempat disusun miring (kemiringan 1-5%) sehingga larutan nutrisi mengalir dari bagian atas ke bawah mengikuti gaya gravitasi. Larutan nutrisi ini berasal dari sebuah tangki yang dipompakan ke saluran ke saluran distribusi dengan pompa *submersible*. Setelah masuk ke talang, larutan nutrisi keluar melalui outlet

kemudian masuk ke saluran distribusi yang menuju ke tangki lagi dan akan dipompakan kembali ke dalam talang (Untung, 2004).



Gambar 2.1 Hidroponik *Nutrient Film Technique* ^[2]

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari budidaya hidroponik sistem NFT seperti dikutip dari chadirin (2007), antara lain :

1. Teknik NFT dapat mempersingkat masa tanam karena tanaman dapat tumbuh lebih cepat dari tanam yang dibudidayakan secara konvensional di tanah, sehingga dapat menambah musim tanam pertahunnya.
2. Pemberian nutrisi lebih mudah dikontrol secara tepat sesuai kebutuhan tanaman.
3. Terhindar dari kekeringan karena nutrisi dan air disirkulasikan secara teratur pada daerah perakaran tanaman.
4. Pengendalian temperature lebih mudah dilakukan dengan cara mengontrol temperature larutan nutrisi pada tingkat yang optimum bagi daerah perakaran tanaman.

2.3 Rumah Kaca (Greenhouse)

Menurut Nelson (1981), rumah kaca atau greenhouse didefinisikan sebagai suatu bangunan yang memiliki struktur atap

dan dinding yang bersifat tembus cahaya dan dapat masuk dan tanaman terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan antar lain curah hujan yang deras, tiupan angin yang kencang, keadaan suhu yang terlalu rendah atau tinggi sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Biasanya budidaya tanaman dengan cara hidroponik dilakukan didalam *greenhouse* lebih mudah dikendalikan sehingga dari tanaman yang ditanam dengan sistem hidroponik mendapatkan pertumbuhan dan produktivitas yang optimal.

Indonesia merupakan negara tropis yang hanya memiliki dua musim, yaitu musim kemarau an musim penghujan sehingga fungsi *greenhouse* lebih ditekankan sebagai sarana pelindung tanaman terhadap iklim yang tidak menguntungkan. Terutama untuk mengurangi intensitas matahari dan terpaan curah hujan serta pelindung darai serangan hama dan penyakit tanaman.

Disamping itu, iklim dalam *greenhouse* dapat direkayasa, seperti konsentrasi O_2 , temperature, kelembapan, dan lain lain.

2.4 Sistem Pengendalian

Sistem pengendalian adalah susunan komponen-komponen fisik yang dirakit sedemikian rupa sehingga berfungsi untuk mengendalikan sistem itu sendiri atau sistem lain yang berhubungan dengan sebuah proses. Atau dengan pengertian lain sistem pengendalian adalah suatu proses/pengendalian terhadap suatu atau beberapa besaran sehingga berada pada suatu harga atau range tertentu. Hampir semua proses dalam dunia industri membutuhkan peralatan-peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter-parameter prosesnya. Otomatisasi tidak saja diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi, maupun mutu produk, tetapi lebih merupakan kebutuhan pokok. Kita tidak akan mungkin menjalankan suatu proses industri tanpa sistem pengendalian.

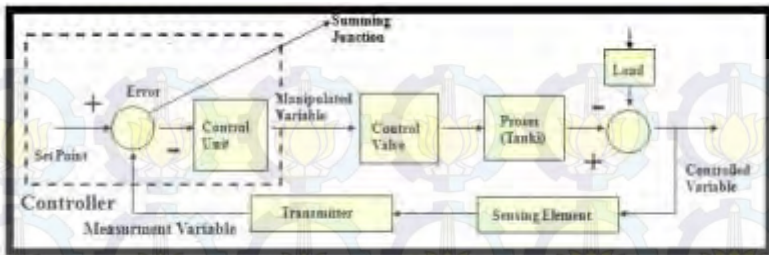
Ada banyak parameter yang harus dikendalikan didalam suatu proses. Di antaranya, yang paling umum, adalah tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), atau ketinggian permukaan zat cair (*level*) dan ada juga beberapa parameter lain

diluar keempat parameter diatas bila dibutuhkan dalam suatu pengendalian proses, gabungan serta kerja alat-alat pengendalian otomatis itulah yang dinamakan sistem pengendalian proses (*process control system*). Sedangkan semua peralatannya yang membentuk sistem pengendalian disebut instrumentasi pengendalian proses (*process control instrumentation*). Berikut ini merupakan istilah dan elemen-elemen yang perlu diketahui dalam sistem pengendalian.

- **Process** adalah operasi atau perkembangan alamiah yang berlangsung secara kontinyu yang ditandai oleh suatu deretan perubahan kecil yang berurutan dengan cara yang relative tetap dan menuju kesuatu hasil atau keadaan akhir tertentu.
- **Plant** adalah seperangkat peralatan, mungkin hanya terdiri dari beberapa bagian mesin yang bekerja bersama-sama, yang dilakukan untuk melakukan suatu operasi tertentu. Atau dengan kata lain *plant* adalah objek yang dikendalikan.
- **System (sistem)** adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama sama dan melakukan suatu sasaran tertentu.
- **Controlled Variable** adalah besaran atau variabel yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram kotak disebut juga dengan *output* proses atau *process variable*.
- **Manipulated Variable** adalah *input* dari suatu proses yang dapat dimanipulasi atau diubah-ubah besarnya agar *process variable* atau *control variable* besarnya sama dengan *setpoint*.
- **Disturbance** adalah suatu sinyal yang cenderung mempunyai pengaruh yang merugikan pada harga keluaran system.
- **Sensing Element** adalah bagian yang paling ujung suatu sistem pengukuran (*measuring system*), bagian ini juga disebut dengan sensor atau *primary element*.

- **Transducer** adalah unit pengalih sinyal sedangkan **Transmitter** adalah alat yang berfungsi membaca sinyal *sensing element* dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh *controller*.
- **Measurement Variable** adalah sinyal yang keluar dari *transmitter*. Besaran ini merupakan cerminan besarnya sinyal sistem pengukuran.
- **Setpoint** adalah besar *process variable* yang dikehendaki. Sebuah *controller* akan selalu berusaha menyamakan *controlled variable* dengan *setpoint*.
- **Error** adalah selisih antara *setpoint* dikurangi dengan *process variable*. *Error* bisa negatif dan bisa juga positif. Bila *setpoint* lebih besar dari *process variable*, maka *error* dikatakan negatif demikian juga sebaliknya.
- **Controller** adalah elemen yang mengerjakan tiga dari empat tahap langkah pengendalian yaitu membandingkan *setpoint* dengan *measurement variable*, menghitung berapa banyak koreksi yang dilakukan, dan mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungan sebelumnya.
- **Feedback (Umpan Balik)** adalah sifat dari suatu sistem untaian tertutup yang memungkinkan keluarannya bisa dibandingkan dengan masukan sistem itu agar tindakan pengendalian yang tepat sebagai fungsi dari keluaran dan masukannya bisa terjadi.
- **Final Control Element** adalah bagian terakhir dari instrumentasi sistem pengendalian. Bagian ini berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara memanipulasi besarnya *manipulated variable*, berdasarkan perintah *controller*^[2].

Dan berikut ini merupakan diagram blok umum sistem pengendalian tertutup.



Gambar 2.2 Diagram Blok Aliran Sistem Pengendalian Tertutup

Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi empat langkah, yaitu: mengukur – membandingkan – menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur, merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *setpoint* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan supaya sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuator.

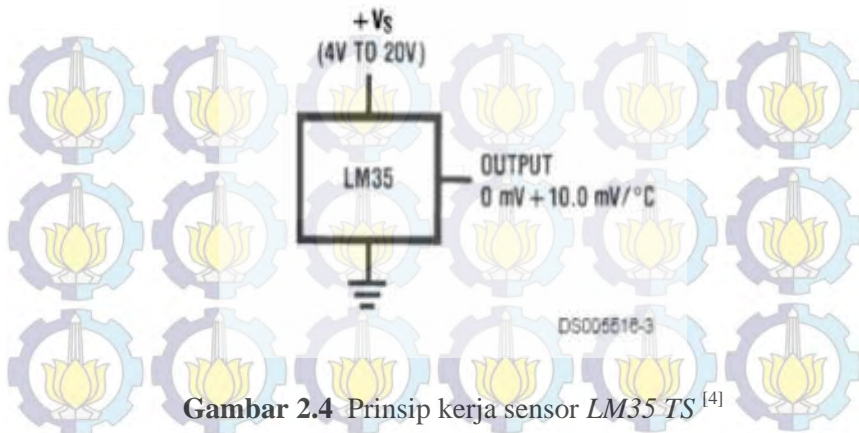
2.5 Sensor LM35

LM35 adalah komponen sensor suhu berukuran kecil seperti transistor (TO-92). Komponen yang sangat mudah digunakan ini mampu mengukur suhu hingga 150°C. Dengan tegangan keluaran yang terskala linear dengan suhu terukur, yakni 10 milivolt per 10°C. LM35 dapat disuplai dengan tegangan mulai 4V-30V DC dengan arus pengurasan 60 μ A, memiliki tingkat efek self-heating (efek pemanasan oleh komponen itu sendiri akibat adanya arus yang bekerja melewatinya) yang rendah (0,080°C).



Gambar 2.3 Sensor LM35 ^[4]

Sensor suhu LM35 digunakan untuk mengetahui besarnya suhu ruangan. IC ini akan mengubah nilai suhu menjadi besaran tegangan. Jangkauan (range) suhu yang mampu dirasakan oleh LM35 adalah dari -55°C sampai dengan 150°C . Tegangan keluaran sensor ini akan mengalami perubahan 10 mV untuk setiap perubahan suhu. Sensor suhu LM35 merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar $60\text{ }\mu\text{A}$ hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (self-heating) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C .



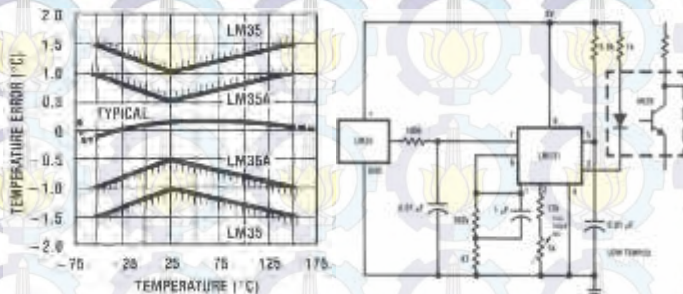
Gambar 2.4 Prinsip kerja sensor *LM35 TS* ^[4]

Gambar diatas menunjukan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat celcius sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{out} = 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \quad (2.1)$$

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1°C akan menunjukan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar $0,01^{\circ}\text{C}$ karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika

suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya. Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metode bypass kapasitor dari Vin untuk ditanahkan. Berikut ini adalah karakteristik dari sensor LM35.



Gambar 2.5 Karakteristik sensor dan rangkaian sensor LM35 ^[5]

1. LM35 memiliki sensitivitas $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ dan dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. LM35 bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt
3. LM35 beroperasi pada arus $> 60 \mu\text{A}$.
4. *Sensor* LM35 memiliki *Range* suhu -55°C sampai $+150^\circ\text{C}$.
5. LM35 tidak memerlukan pengkondisian sinyal

2.6 Arduino MEGA 2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan

tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- a. I/O pinout : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- b. Sirkuit RESET.
- c. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.



Gambar 2.6 Arduino Mega2560^[10]

Berikut ini merupakan spesifikasi dari Mikrokontroler Arduino Mega 2560 :

- Cip mikrokontroler : ATmega 2560
- Tegangan operasi : 5V
- Tegangan masukan yang direkomendasikan : 7-12V
- Batas tegangan masukan : 6-20V
- Jumlah pin *input/output* digital : 54 (dengan 15 pin untuk keluaran PWM)
- Jumlah pin *analog Input* : 16
- Arus DC di setiap pin I/O : 40mA
- Arus DC untuk pin 3,3V : 50mA
- Kapasitas penyimpanan (*Flash memory*) : 256Kb dengan 8Kb digunakan untuk *bootloader* mikrokontroler
- SRAM : 8Kb
- EEPROM : 4Kb
- Kecepatan *clock* : 16MHz

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika

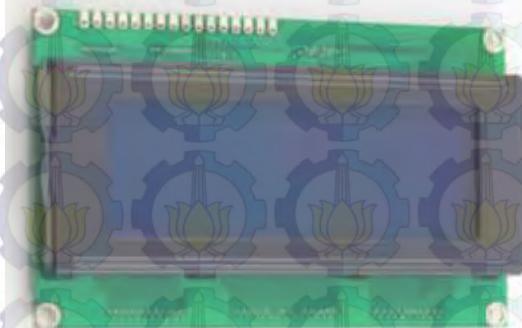
tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt. Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- a. VIN : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- b. 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- c. 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. GND : Pin Ground atau Massa.
- e. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF

dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2.7 LCD (*Liquid Cristal Display*) Ukuran 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronika yang digunakan sebagai penampil data, berupa data karakter, huruf, angka hingga grafik. LCD sudah berupa modul yang siap pakai, dengan harga yang murah, serta dapat menampilkan banyak bentuk data dengan pemrograman yang lebih mudah dari pada komponen penampil elektronik lainnya. Di dalam LCD ini memiliki beberapa pin data, pengatur kecerahan layar atau kontras layar, serta pengendali catu daya (Nur, 2012).



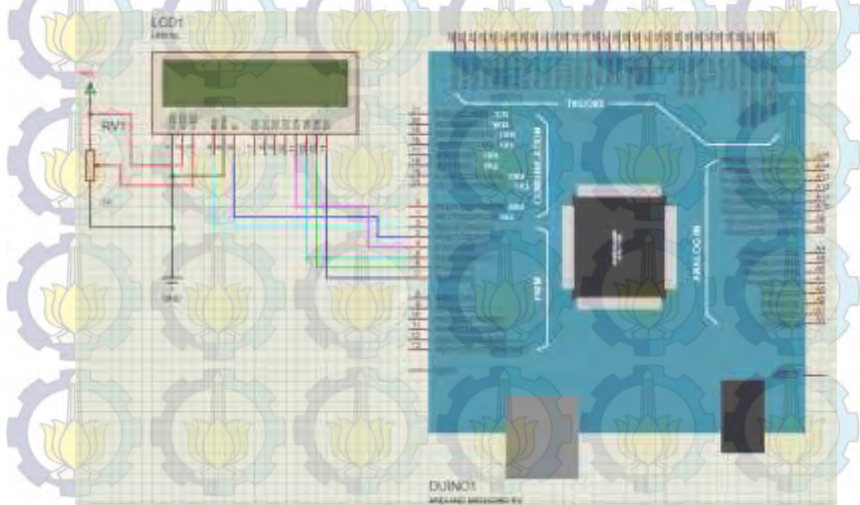
Gambar 2.7 LCD karakter 20x4

Berikut merupakan tabel pin dari LCD 20x4 :

Tabel 2.1. Pin LCD 20x4

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	VSS	--	<i>Ground</i>
2	VCC	--	Daya Masukan + 5 V
3	VEE	--	Sumber daya untuk pengaturan kecerahan tampilan
4	RS	I	Daftar Pilihan RS (<i>Register Select</i>) = 0 untuk pilihan instruksi. RS =1 untuk pilihan data.

5	R/W	I	R/W(<i>Read/Write</i>) =0 untuk menulis perintah, R/W= 1 untuk membaca atau menjalankan perintah
6	E	I	<i>Enable</i>
7	DB0	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
8	DB1	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
9	DB2	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
10	DB3	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
11	DB4	I/O	Data 4 bit
12	DB5	I/O	Data 4 bit
13	DB6	I/O	Data 4 bit
14	DB7	I/O	Data 4 bit
15	LED +	--	VCC
16	LED -	--	<i>Ground</i>



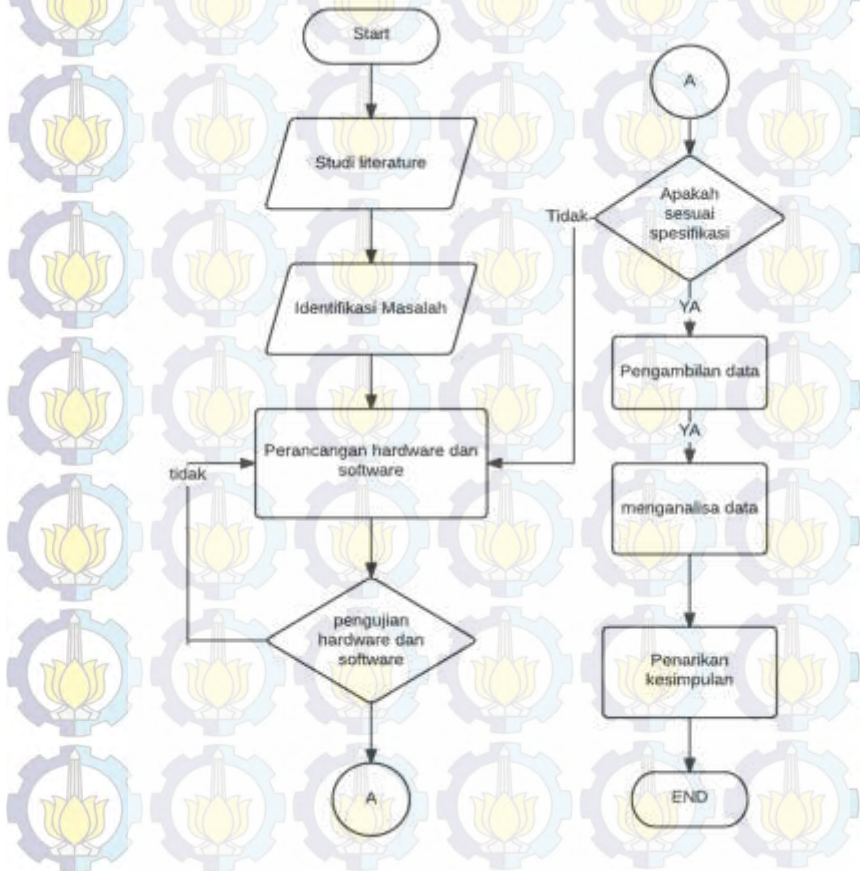
Gambar 2.8 Desain rangkaian LCD dengan Arduino mega 2560



BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

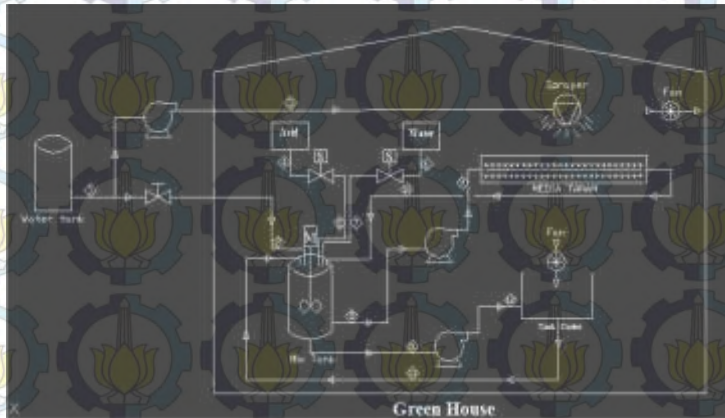
Konsep dasar perancangan dan pembuatan sistem pengendalian *temperature* dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut.



Gambar 3.1 Blok diagram perancangan dan pembuatan alat

3.2 Perancangan Sistem Pengendalian *Temperature* pada **Greenhouse Hidroponik**

Pada perancangan sistem kontrol *plant temperature* pada *greenhouse* hidroponik, mengatur variabel kontrol yaitu *temperature*.

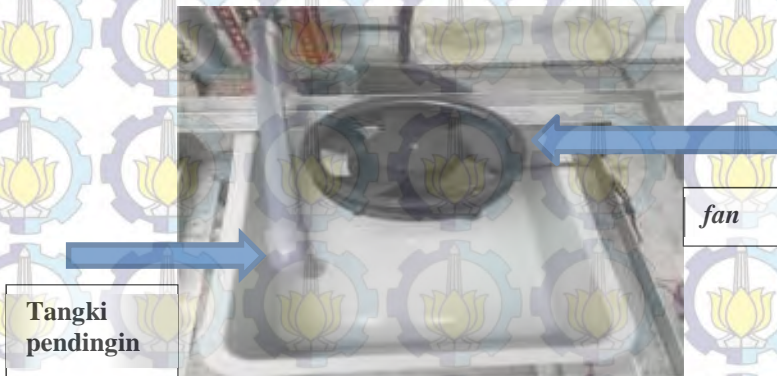


Gambar 3.2 Desain miniplant *greenhouse* hidroponik



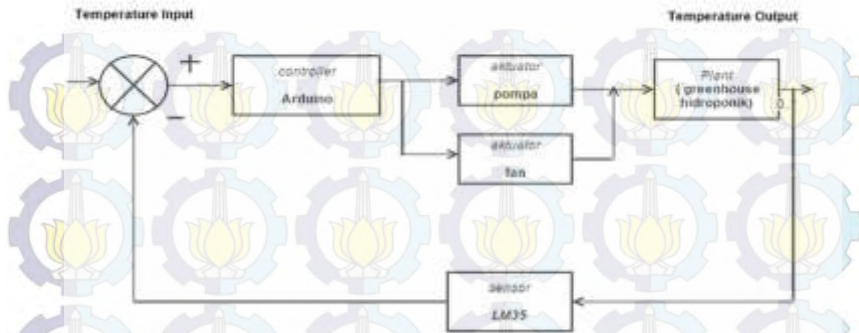
Gambar 3.3 Rancangan *plant temperature* pada *greenhouse* Hidroponik

Pada *plant greenhouse hidroponik temperature* pada reservoir akan dideteksi oleh sensor *LM 35*. Sensor *LM35* pada *plant* ini terdapat 2 fungsi, yaitu berfungsi untuk memonitoring dan menampilkan *temperature* pada tangki reservoir serta untuk mengontrol kinerja *fan*, ketika *fan* harus berhenti (*off*) dan ketika *fan* harus bekerja (*on*).



Gambar 3.4 *Fan* dan sensor *LM 35*

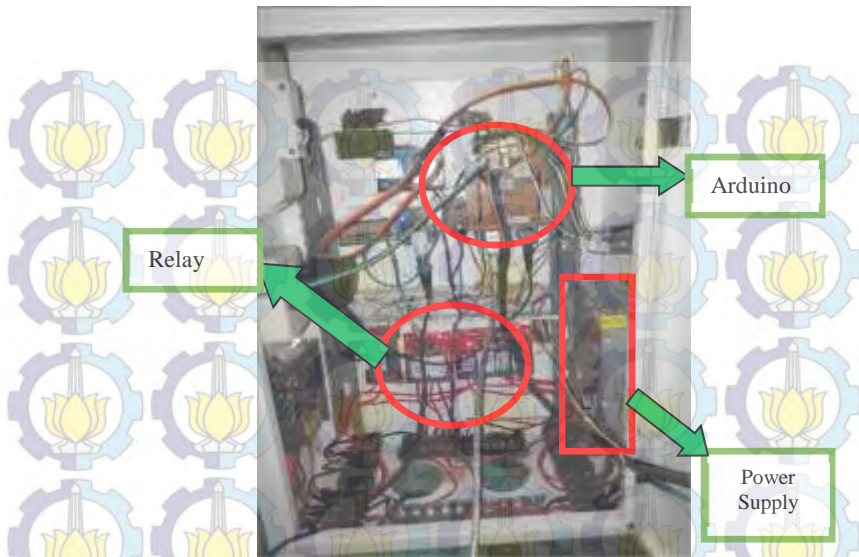
Dari sensor *LM35* akan mengirimkan sinyal menuju *arduino* yang berfungsi sebagai *controller*. Dari *arduino*, data dari sensor akan diolah. Jika data yang masuk ke *arduino* lebih dari *set point* (29°C) maka *arduino* akan memerintahkan *fan* untuk bekerja (*on*), begitu juga sebaliknya. Jika data yang masuk ke *arduino* kurang dari *set point* (30°C) maka *arduino* akan memerintahkan *fan* untuk berhenti (*off*). Rangkaian yang menyambungkan dari *arduino* menuju *fan* yaitu *modul relay* untuk menggerakkan *fan*. Selain itu, peningkatan *temperature* yang terjadi pada reservoir akan ditampilkan melalui LCD 4 x 20. Sensor *LM 35* diletakan di PIN di *arduino*, kemudian LCD diletakan di PIN di *arduino*, serta modul relay yang nantinya akan tersambung ke relay dan akan menggerakkan *fan* diletakan di PIN. Berikut merupakan diagram blok pengendalian *temperature*.



Gambar 3.5 Diagram blok pengendalian *temperature*

3.3 Perancangan *Local Control Unit (LCU)*

Perancangan LCU ini terdiri dari 2 bagian yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Untuk perancangan *hardware* dimulai dari rancangan *plant* pengendalian *temperature*, *power supply*, rancangan sensor pada *plant* pengendalian *temperature*, rangkaian *arduino* sebagai *controller*, rangkaian *modul relay*, dan penampilan data pada *LCD*. Untuk perancangan *software* dimulai dari perancangan *listing code* pada *software Visual Basic*. Berikut merupakan gambar LCU pada pengendalian *temperature* pada *plant greenhouse* hidroponik.



Gambar 3.6 LCU *plant* pengendalian *temperature*

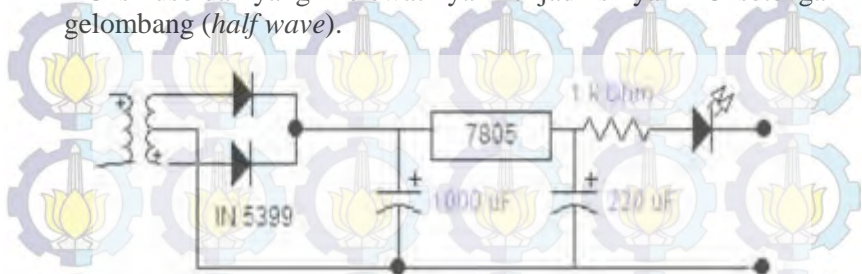
3.4 Perancangan *Hardware*

Dalam pembuatan *plant* pengendalian *temperature* pada tangki perlu adanya perancangan *hardware* meliputi *power supply*, sensor, perancangan tangki, *microcontroller*, rangkaian *driver relay*, dan LCD.

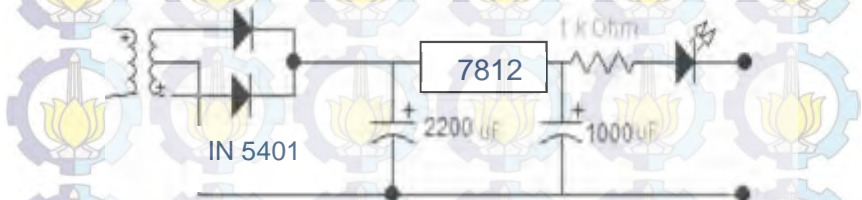
3.4.1 Perancangan *power supply*

Dalam pembuatan rangkaian *power supply* terdapat beberapa komponen dalam perangkaian ini yaitu regulator yang mempunyai tegangan IC 7805 dan IC 7812. Regulator IC 7805 dan regulator IC 7812 dapat mengeluarkan tegangan 5 Volt dan 9 Volt DC. Untuk menghasilkan tegangan 5 Volt terdiri dari beberapa komponen yaitu, dioda IN 5399 yang merupakan dioda yang dapat melewati arus maksimal 2 A, kapasitor 1000 μF dan 220 μF , serta IC 7805. Sedangkan dioda IN 5401 berfungsi untuk menghasilkan tegangan sebesar 12 Volt dengan arus maksimal 3 A. Selain itu, membutuhkan kapasitor 2200 μF dan 1000 μF , serta IC 7824. Dioda yang dipakai dalam rangkaian

mempunyai fungsi yang spesifik yaitu untuk menjadikan sinyal AC sinusoidal yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang (*half wave*).



Gambar 3.7 Rangkaian *power supply* 5 volt



Gambar 3.8 Rangkaian *power supply* 12 volt

Kapasitor mempunyai fungsi untuk memperhalus sinyal DC dari dioda. Kemudian sinyal DC keluaran dari kapasitor akan di masukkan ke IC 7805, 7812. Hasil keluaran dari IC 7805 dan 7812 adalah tegangan 5 Volt dan 12 Volt.

3.4.2 Perancangan Sensor LM35

Sensor LM 35 bekerja dengan cara sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan *temperature* setiap *temperature* 30 °C akan menunjukan tegangan sebesar mV Untuk memperjelas rangkaian sensor LM 35 dapat dilihat gambar dibawah ini.



Gambar 3.9 Penempatan sensor LM 35

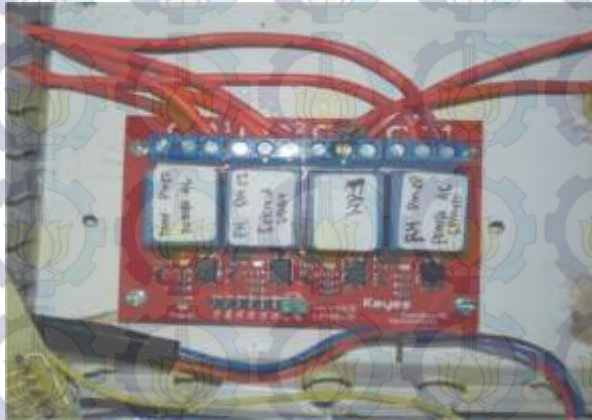
Sensor *LM35* berfungsi sebagai pendeteksi *temperature* reservoir pada t sngki reservoir sehingga *user* mengetahui peningkatan dan penurunan *temperature* setiap detik atau menit. Selain itu, sensor *LM35* berfungsi untuk mengontrol on off *fan*. Output dari sensor *LM35* akan masuk ke **PIN** *Arduino* sebagai input.

3.4.3 Perancangan Modul Relay

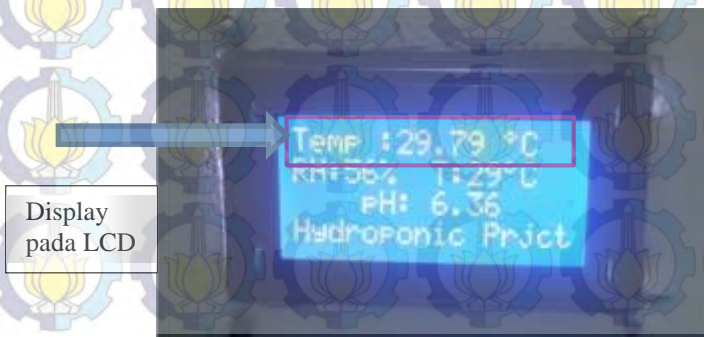
Pada sistem pengendalian *temperature* pada greenhouse hidroponik ini membutuhkan rangkaian *modul relay* yang berfungsi untuk menggerakkan atau mengaktifkan relay 12 V. Output dari *arduino* hanya bernilai 0-5 V tidak dapat langsung masuk ke *relay* 12 V sehingga membutuhkan rangkaian *driver relay*. Pada rangkaian *driver relay* membutuhkan komponen transistor BD 140, IC optocoupler, diode 1N4002, IC optocoupler PC817, led, resistor 56 dan resistor 10 K .

Cara kerja rangkaian *modul relay* ini yaitu rangkaian *modul relay* diberi input 5 V dan input dari *arduino*. Jika tegangan yang masuk ke rangkaian *modul relay* 5 V dari *supply* dan *arduino* tidak memberikan tegangan, maka tegangan 5 V akan masuk ke IC optocoupler PC817 yang nantinya tegangan 5 V akan diteruskan ke kaki basis transistor BD 140, maka transistor akan menghantarkan arus negatif dari kaki emitor menuju kaki kolektor sehingga dapat menghasilkan tegangan 9 V. Jika dapat menghasilkan tegangan 12 V maka relay 12 V akan dapat bekerja

atau on. Begitu juga sebaliknya jika tegangan yang masuk ke rangkaian *driver relay* 5 V dari *supply* dan *minsys* juga memberikan tegangan 5 V, maka tidak ada tegangan yang masuk ke IC optocoupler PC817 sehingga tidak ada tegangan yang masuk ke kaki basis transistor BD 140, maka tidak dapat menghasilkan tegangan 9 V yang artinya tidak dapat menghasilkan tegangan 9 V dan tidak dapat mengaktifkan relay 9 V.



Gambar 3.10 Rangkaian modul relay



Gambar 3.11 Display *temperature reservoir* pada LCD

3.4.4 Perancangan Arduino Mega 2560

Arduino merupakan platform elektronik atau papan rangkaian elektronik yang bersifat *open source* dan didalamnya terdapat komponen utama berupa chip mikrokontroller berbasis *ATMega*. Chip mikrokontroller didalam Arduino tergantung dengan jenis jenis arduino yang digunakan. Misal Arduino Mega 2560 didalamnya terdapat chip mikrokontroller berbasis *ATMega 2560*. Mikrokontroller tersebut berupa suatu chip atau *integrated circuit* (IC) yang dapat diprogram dengan menggunakan komputer (Windarto,dkk 2012) . Selain itu arduino merupakan gabungan dari *hardware*, bahasa pemrograman, dan *integrated development environment* (IDE) yang sudah canggih. IDE disini merupakan sebuah *software* yang berperan dalam menulis program, meng-*compile* menjadi suatu kode biner dan kemudian mengupload ke dalam memori mikrokontroller (Anonim, 2013) . Program yang dibuat dan di upload ke dalam arduino bertujuan agar suatu rangkaian elektronik dapat membaca input, kemudian memberikan input untuk diproses *ATMega*, dan selanjutnya menghasilkan suatu output yang diinginkan. *Output* dari rangkaian elektronika tersebut bisa berupa tegangan, sinyal, *vibration*, gerakan, keterangan, dan lain sebagainya. Pada sisi *software* arduino dapat digunakan di multiplatform seperti *linux*, *windows*, dan *mac*.

▪ Analog Input/Output pada arduino

Arduino mempunyai tegangan *output* 0 volt dan 5 volt. Sehingga suatu rangkaian elektronika yang dihubungkan dengan arduino akan memperoleh input dari arduino hanya di 0 volt atau 5 volt. Input yang diberikan arduino dikenal sebagai digital input dengan logika 1 (*HIGH*) atau 5 volt dan 0 (*LOW*) atau 0 volt (Windarto,dkk 2012).



Gambar 3.12 Elektrik arduino mega 2560

3.5 Perancangan Perangkat Lunak *Software*

Pada tahap ini melakukan perancangan elemen pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal pada mikrokontroler. Pada sistem monitoring ini pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal dilakukan di dalam perangkat kontrol yaitu mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pada pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal dilakukan melalui program *software* pemrograman Arduino Mega 2560. Sinyal yang dikondisikan dan diproses adalah nilai keluaran dari setiap sensor tegangan dan arus. Pada tahap ini pula dilakukan pengondisian program agar dapat tertampil di LCD (*Liquid Crystal Display*) karakter 20x4. Berikut merupakan tampilan *software* Arduino :

```

// Pin yang digunakan
#define TEMP_SENSOR_PIN 10 // Pin yang digunakan untuk sensor suhu

// Variabel global
float temp; // Variabel untuk menyimpan nilai suhu

// Fungsi setup
void setup() {
  pinMode(TEMP_SENSOR_PIN, INPUT); // Mengatur pin sebagai input
  Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
}

// Fungsi loop
void loop() {
  // Membaca nilai suhu dari sensor
  temp = readTemperature();

  // Menampilkan nilai suhu ke layar LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Suhu: ");
  lcd.setCursor(10, 0);
  lcd.print(temp);
  lcd.setCursor(20, 0);
  lcd.print("C");

  // Menunggu 2 detik sebelum menampilkan nilai berikutnya
  delay(2000);
}

// Fungsi untuk membaca nilai suhu dari sensor
float readTemperature() {
  // Membaca nilai raw dari sensor
  int rawValue = analogRead(TEMP_SENSOR_PIN);

  // Mengkonversi nilai raw menjadi suhu dalam derajat Celsius
  float tempC = (rawValue - 500) * 0.1;

  return tempC;
}

```

Gambar 3.13 Listing program *temperature reservoir* pada arduino

```

// Pin yang digunakan
#define LCD_RS 12 // Pin yang digunakan untuk kontrol RS LCD
#define LCD_E 11 // Pin yang digunakan untuk kontrol E LCD
#define LCD_D4 5 // Pin yang digunakan untuk data bus D4 LCD
#define LCD_D5 6 // Pin yang digunakan untuk data bus D5 LCD
#define LCD_D6 7 // Pin yang digunakan untuk data bus D6 LCD
#define LCD_D7 8 // Pin yang digunakan untuk data bus D7 LCD

// Variabel global
float temp; // Variabel untuk menyimpan nilai suhu

// Fungsi setup
void setup() {
  pinMode(LCD_RS, OUTPUT); // Mengatur pin RS sebagai output
  pinMode(LCD_E, OUTPUT); // Mengatur pin E sebagai output
  pinMode(LCD_D4, OUTPUT); // Mengatur pin D4 sebagai output
  pinMode(LCD_D5, OUTPUT); // Mengatur pin D5 sebagai output
  pinMode(LCD_D6, OUTPUT); // Mengatur pin D6 sebagai output
  pinMode(LCD_D7, OUTPUT); // Mengatur pin D7 sebagai output
  Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
}

// Fungsi loop
void loop() {
  // Membaca nilai suhu dari sensor
  temp = readTemperature();

  // Menampilkan nilai suhu ke layar LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Suhu: ");
  lcd.setCursor(10, 0);
  lcd.print(temp);
  lcd.setCursor(20, 0);
  lcd.print("C");

  // Menunggu 2 detik sebelum menampilkan nilai berikutnya
  delay(2000);
}

// Fungsi untuk membaca nilai suhu dari sensor
float readTemperature() {
  // Membaca nilai raw dari sensor
  int rawValue = analogRead(TEMP_SENSOR_PIN);

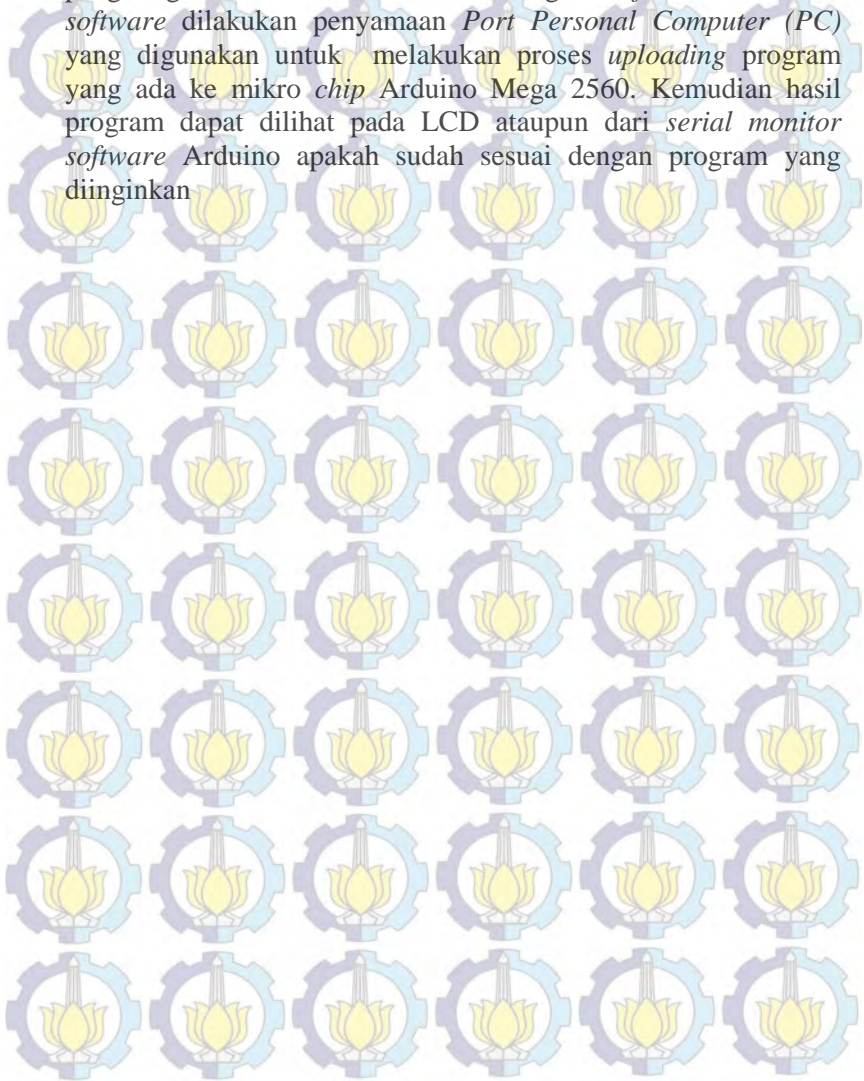
  // Mengkonversi nilai raw menjadi suhu dalam derajat Celsius
  float tempC = (rawValue - 500) * 0.1;

  return tempC;
}

```

Gambar 3.14 Listing tampilan LCD *temperature reservoir* pada arduino

Ketika *coding* program sudah jadi maka dilakukan pengintegrasian antara *hardware* dengan *software*. Didalam *software* dilakukan penyamaan *Port Personal Computer (PC)* yang digunakan untuk melakukan proses *uploading* program yang ada ke mikro *chip* Arduino Mega 2560. Kemudian hasil program dapat dilihat pada LCD ataupun dari *serial monitor software* Arduino apakah sudah sesuai dengan program yang diinginkan



BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pengujian Alat

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian alat pada *miniplant greenhouse* hidroponik. Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian temperatur pada tangki reservoir maka perlu dilakukan pengujian terhadap hardware dan software yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan analisa secara menyeluruh terhadap hasil pengujian. Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan yaitu pada perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

Sistem kerja pada pengendalian temperatur tangki reservoir pada plant *miniplant greenhouse* hidroponik bertujuan untuk menjaga temperatur dalam tangki reservoir sesuai dengan set point. Pada pengendalian temperatur ini menggunakan sensor LM35 (temperatur sensor) untuk mendeteksi suhu ruangan pada tangki reservoir *miniplant greenhouse* hidroponik. Keluaran LM35 berupa tegangan yang kemudian masuk ke ADC pada kaki pin Arduino Mega 2560 sebagai kontroler dari sistem pengendalian temperatur. Arduino sebagai kontroler dari sistem pengendalian temperatur. Arduino inilah yang memberikan perintah on/off ke aktuator melalui modul relay yang telah terhubung pada *fan*. Ketika temperatur dalam reservoir melebihi set point suhu sekitar 33°C maka kontroler akan mengaktifkan *fan*. Sebaliknya ketika temperatur kurang dari set point maka kontroler akan mematikan *fan*.

4.2 Pengujian Sistem

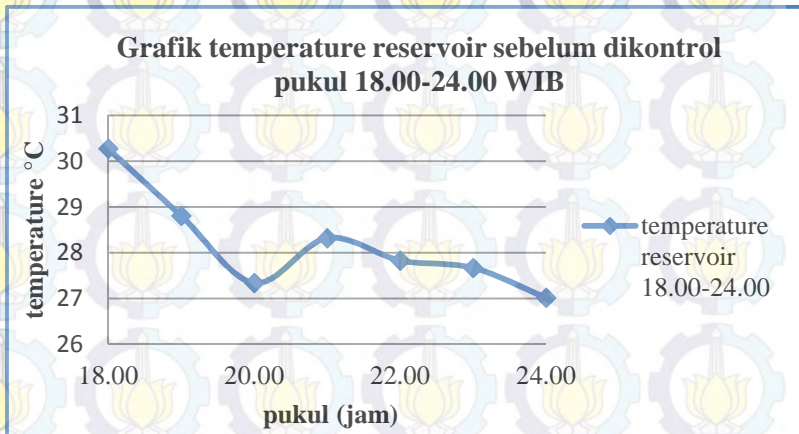
Pada pengujian *Temperature reservoir* pada tangki larutan nutrisi ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengujian sistem sebelum dikontrol dan pengujian sistem setelah dikontrol dengan diberikan nilai *set point*. Pengujian sistem menggunakan *set point* yang berbeda-beda untuk mengetahui lama waktu proses untuk temperatur mencapai *set point* yang ditentukan.

Berikut adalah pengujian sistem yang belum di control pada plant *miniplant greenhouse* hidroponik dengan pengukuran perubahan suhu yang terjadi pada tangki reservoir.

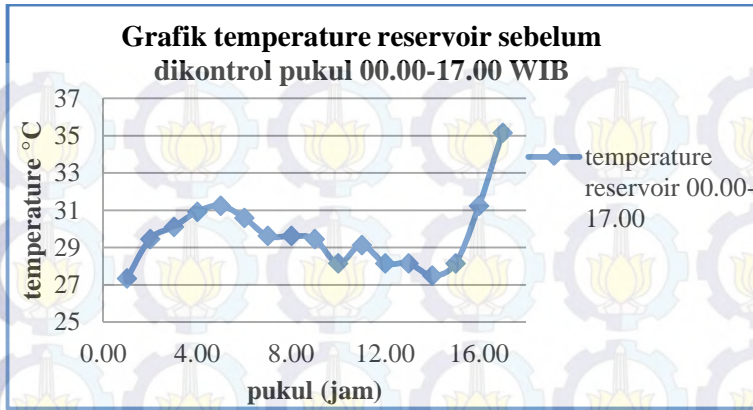
Tabel 4.1 Pengukuran sistem sebelum dikontrol

No	Temperatur (°C)	Tegangan Vout (mV)	Waktu (jam)
1	30.275	0,30	18.00
2	28.81	0,28	19.00
3	27.34	0,28	20.00
4	28.32	0,28	21.00
5	27.83	0,27	22.00
6	27.67	0,27	23.00
7	27.20	0,27	24.00
8	27.34	0,27	1.00
9	29.46	0,28	2.00
10	30.11	0,30	3.00
11	30.92	0,30	4.00
12	31.25	0,30	5.00
13	30.59	0,30	6.00
14	29.62	0,28	7.00
15	29.62	0,28	8.00
16	29.46	0,29	9.00
17	28.15	0,28	10.00
18	29.13	0,28	11.00
19	28.15	0,28	12.00
20	28.15	0,28	13.00
21	27.50	0,27	14.00
22	28.15	0,27	15.00
23	31.25	0,30	16.00
24	35.15	0,36	17.00

Dari tabel diatas telah dilakukan pengujian pada plant tangki *reservoir* larutan nutrisi *miniplant greenhouse* hidroponik yang belum dikontrol. Dengan cara mengukur perubahan temperatur terhadap waktu dengan menggunakan sensor LM35 sebagai pendeteksi temperatur dalam tangki *reservoir* dengan waktu tempuh 24 jam (1 hari). Dengan begitu akan mudah mengatur aktuator



Gambar 4.1 Grafik perubahan temperatur reservoir sebelum dikontrol pukul 18.00 -24.00 WIB



Gambar 4.2 Grafik perubahan temperatur reservoir sebelum dikontrol pukul 00.00 – 17.00 WIB

4.2.1 Pengujian Sensor LM35

Pada pengujian sensor LM35 ini dilakukan dengan memberikan panas pada sensor menggunakan heater dengan memperhatikan suhu dan tegangan yang dihasilkan. Data hasil pengujian sensor LM35 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Pengujian sensor LM35

No	Temperatur (°C)	Tegangan Vout (mV)
1	40.04	0.41
2	39.06	0.40
3	38.57	0.39
4	37.11	0.38
5	36.62	0.37
6	35.79	0.36
7	34.22	0.35
8	33.61	0.34

4.2.2 Pengujian Respon Sistem Untuk Mencapai *Set point*

Pada pengujian dibawah ini adalah pengujian temperatur reservoir hingga mencapai *set point* 33°C selama satu menit. Percobaan ini dilakukan dengan mengamati perubahan temperatur pada reservoir tiap 1 detik dari temperatur 40°C hingga menncapai *set point* yaitu 33°C. data hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data pengujian respon mencapai *set point*

No	Temperatur (°C)	Tegangan Vout (mV)	Waktu (detik)
1	40.53	0.41	0
2	40.53	0.41	1
3	40.53	0.41	2
4	40.53	0.41	3
5	39.55	0.40	4
6	39.55	0.40	6
7	39.55	0.40	7
8	39.55	0.40	8
9	38.57	0.39	9
10	39.06	0.39	10
11	38.57	0.39	11
12	38.57	0.39	12
13	37.60	0.38	13
14	37.60	0.38	14
15	38.09	0.38	15
16	38.09	0.38	16
17	37.11	0.37	17
18	37.11	0.37	18
19	37.11	0.37	19
20	37.11	0.37	20
21	36.62	0.37	21
22	36.62	0.37	22
24	36.62	0.37	24
25	36.13	0.36	25

Lanjutan Tabel 4.3 Data pengujian respon mencapai *set point*

No	Temperature (°C)	Tegangan Vout (mV)	Waktu (detik)
26	36.13	0.36	26
27	36.13	0.36	27
28	35.64	0.36	28
29	35.64	0.36	29
30	35.64	0.36	30
31	35.16	0.36	31
32	35.64	0.36	32
33	35.16	0.35	33
34	35.16	0.35	34
35	34.67	0.35	35
36	34.67	0.35	36
38	34.67	0.35	38
39	34.67	0.35	39
40	35.16	0.35	40
41	34.18	0.35	41
42	34.67	0.35	42
43	34.18	0.35	43
44	34.67	0.35	44
45	34.67	0.35	45
46	34.18	0.35	46
47	34.67	0.35	47
48	33.69	0.34	48
49	34.18	0.34	49
50	34.18	0.34	50
51	34.18	0.34	51
52	33.69	0.34	52
53	33.69	0.34	53
54	33.69	0.34	54
55	33.69	0.34	55
56	33.20	0.33	56

Lanjutan Tabel 4.3 Data pengujian respon mencapai *set point*

No	Temperature (°C)	Tegangan Vout (mV)	Waktu (detik)
57	33.69	0.34	57
58	33.20	0.33	58
59	33.20	0.33	59
60	33.20	0.33	60

Pada data diatas merupakan data respon sensor LM35 untuk mencapai *set point* selama 1 menit. Pada pengujian dimulai pada suhu 40°C hingga mencapai *set point* 33°C. pada saat *temperatur reservoir* mengalami kenaikan temperatur paka *fan* akan aktif dan mendinginkan temperatur reservoir. Grafik pengujian respon sistem pada *set point* 33°C adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik pengujian respon sensor LM35 dari 40°C hingga set point 33°C

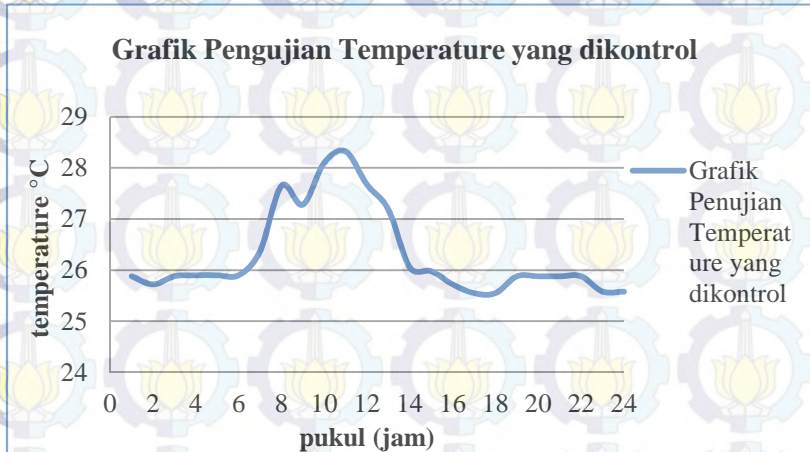
4.2.3 Pengujian Sistem Setelah Dikontrol

Pada pengujian dibawah ini adalah pengujian temperatur reservoir yang telah dikontrol menggunakan LM35. Percobaan dilakukan dengan mengamati perubahan temperatur yaitu apabila temperatur melebihi set point maka kontroler akan mengaktifkan *fan*. Sebaliknya ketika temperatur kurang dari set point maka kontroler akan mematikan *fan*. Data hasil pengujian temperatur pada sistem yang sudah dikontrol adalah sebagai berikut :

Table 4.4 Data pengujian sistem yang sudah dikontrol

No	Set Point °C	Temperatur (°C) Pembacaan	Waktu (Jam)
1	33	25.88	0
2	33	25.39	1
3	33	25.22	2
4	33	24.90	3
5	33	24.90	4
6	33	25.72	5
7	33	25.88	7
8	33	25.72	8
9	33	25.88	9
10	33	25.90	10
11	33	25.90	11
12	33	25.90	12
13	33	26.37	13
14	33	27.65	14
15	33	27.28	15
16	33	28.10	16
17	33	28.32	17
18	33	27.67	18
19	33	27.18	19
20	33	26.05	20
21	33	25.98	21
22	33	25.72	22
23	33	25.55	23
24	33	25.55	24

Pada data diatas merupakan data temperaturreservoir yang sudah dikontrol, dimana ketika temperatur reservoir melebihi set point yaitu 33°C. maka kontroler akan mengaktifkan kontroler. Pada tabel diatas



Gambar 4.4 Grafik pengujian temperatur yang dikontrol

Pada grafik diatas dapat diketahui data *MP* (*maximum overshoot*) pada data ke 17 yaitu mencapai suhu +5°C . Selain itu dapat pula ditentukan *ess* (*error steady state*) yaitu (*Output – set point*) sebagai berikut :

Tabel 4.5 Tabel data error (*ess*) dengan *set point* 33°C

Data ke-	Set Point	Temperature (°C) Pembacaan	Ess (Pembacaan - Set Point)
14	33	27.65	5.35
15	33	27.28	5.72
16	33	28.10	4.90
17	33	28.32	4.68
18	33	27.67	5.33
Rata-rata <i>ess</i>			4.55

4.2.4 Perhitungan Akurasi

Akurasi yaitu kedekatan hasil pengukuran alat ukur terhadap harga sebenarnya. Perhitungan akurasi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (4.1)$$

dengan :

A = Akurasi

Y_n = Nilai Sebenarnya

X_n = Nilai Pengukuran

Tabel 4.9 Data perhitungan akurasi

No	Pembacaan LM35 (°C)	Pembacaan Termometer (°C)	Perhitungan Akurasi
1	27	26	97,60%
2	28	27	97,60%
3	29	28	97,60%
4	30	30	100%
5	31	30	97,60%
6	32	32	100%
7	33	32	97,60%
Rata-rata akurasi relatif			98%

4.3 Analisa Data

Pada Rancang Bangun pengendalian temperatur reservoir pada *Miniplant greenhouse* hidponik ini pengujian sistem menggunakan set point yang telah ditentukan sesuai dengan temperatur ruang *miniplant greenhouse* yaitu pada temperatur 33°C, hal ini agar kondisi temperatur pada *miniplant greenhouse* tetap terjaga agar pertumbuhan tanaman sesuai yang diharapkan.

Pada tahap pengujian *temperatur reservoir* pada tangki larutan nutris dilakukan untuk pengambilan data untuk mengetahui temperatur pada *reservoir* sebelum dilakukan pengendalian dengan sensor, dan didapatkan nilai temperatur yang berbeda pada setiap jam serta kondisi cuaca. Pengambilan

data sebelum dikontrol dilakukan mulai pukul 18.00 dan selesai pada pukul 17.00. setelah diamati temperatur pada jam 18.00 sampai 05.00 temperatur reservoir antara 27°C sampai 29°C. dan pada pukul 07.00 sampai 17.00 temperatur reservoir antara 30°C sampai 35°C.

Pada pengujian respon sistem dilakukan pengambilan data dari temperatur 40°C hingga mencapai set point yaitu 33°C untuk mengetahui respon dari sensor dan kerja aktuator ketika temperatur melebihi set point maka kontroler akan mengaktifkan aktuator untuk mendinginkan temperatur pada reservoir hingga mencapai set point selama 1 menit. Dari data yang didapatkan aktuator aktif ketika diberi gangguan temperatur reservoir mencapai 40°C dan akan mendinginkan hingga set point 33°C.

Setelah dilakukan uji sistem yang telah dilakukan pengendalian pengambilan data selama 1 menit dengan set point 33°C. nilai pembacaan pada yang didapatkan setelah dilakukan pengendalian pada sistem antara 25°C sampai 30°C dan tidak melebihi dari set point yang diberikan yang dapat diketahui bahwa sistem berjalan baik yaitu temperatur pada reservoir tidak melebihi set point. Untuk perhitungan akurasi sistem didapatkan bahwa sistem mempunyai akurasi 98%. Kendala yang didapatkan dalam pengujian data yaitu pengambilan data secara manual dan otomatis yang memiliki beberapa perbedaan dari data dan uji sensor.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

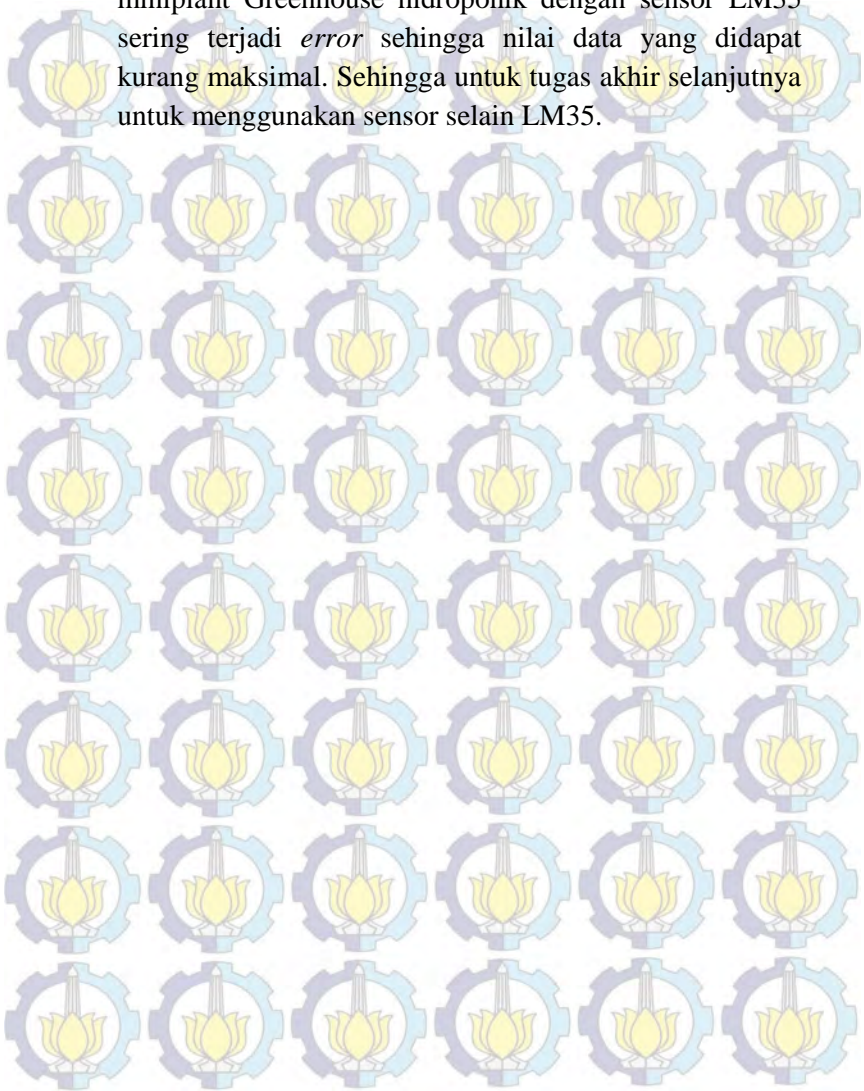
Setelah dilakukan tahap perancangan alat yang kemudian dilakukan analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah dirancang alat pengendalian temperature reservoir pada miniplant greenhouse hidroponik menggunakan sensor suhu LM35, mikrokontroller arduino mega 2560 serta *fan* sebagai aktuator
2. Pada uji sensor LM35 untuk *temperature reservoir greenhouse* hidroponik diperoleh nilai untuk set point 33°C
3. Pada uji respon waktu atau *settling time* sensor LM35 menggunakan temperature 40°C sebagai gangguan dan diturunkan ke nilai *set point* yaitu 33°C. Hasil yang didapatkan yaitu untuk kembali ke set poin 33°C dengan *fan* membutuhkan waktu sekitar 60 detik dengan *overshoot* 2,16°C pada detik ke 40 dan 0,69°C pada detik ke 48.
4. Setelah dilakukan pengontrolan pada *set poin* 33°C yang diambil selama 24 jam maka temperature reservoir larutan nutrisi pada hidroponik tetap terjaga pada batas set poin tersebut. Nilai pembacaan terhadap pengendalian tersebut pada rentang ukur 24,90°C sampai 28,32°C . Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat dapat berjalan dengan baik sesuai set poin yang telah diberikan.
5. Untuk perhitungan akurasi sistem didapatkan bahwa sistem pengendalian temperature miniplant greenhouse hidroponik mempunyai akurasi 98% dengan nilai rata-rata *error* -0,17.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada tugas akhir kali ini adalah :

1. Pada tugas akhir pengendalian temperature reservoir miniplant Greenhouse hidroponik dengan sensor LM35 sering terjadi *error* sehingga nilai data yang didapat kurang maksimal. Sehingga untuk tugas akhir selanjutnya untuk menggunakan sensor selain LM35.



LAMPIRAN A
(Data Uji Temperature Reservoir)

Tabel A.1 Data Uji *Temperature Reservoir* sebelum dikontrol
dengan sensor LM35
Tanggal 11-06-2015

No	Temperatur (°C)	Pukul (jam)
1	32.23	18.20
2	28.32	18.40
3	28.81	19.00
4	28.81	19.20
5	28.81	19.40
6	28.81	20.00
7	28.81	20.20
8	28.32	20.40
9	27.34	21.00
10	28.81	21.20
11	28.81	21.40
12	28.32	22.00
13	27.34	22.20
14	27.83	22.40
15	27.34	23.00
16	28.32	23.20
17	27.34	23.20
18	27.34	24.00
19	27.34	0.20
20	26.37	0.40
21	27.34	1.00
22	27.34	1.20

Tabel A.1. Lanjutan

No	Temperatur (°C)	Pukul (jam)
23	27.34	1.40
24	28.81	2.00
25	29.79	2.20
26	29.79	2.40
27	29.79	3.00
28	30.76	3.20
29	29.79	3.40
30	30.76	4.00
31	30.76	4.20
32	31.25	4.40
33	31.25	5.00
34	31.25	5.20
35	31.25	5.40
36	30.76	6.00
37	30.27	6.20
38	30.76	6.40
39	30.27	7.00
40	28.81	7.20
41	29.79	7.40
42	28.81	8.00
43	29.3	8.20
44	30.76	8.40
45	30.27	9.00
46	29.79	9.00
47	29.79	9.20

Tabel A.1. Lanjutan

No	Temperatur (°C)	Pukul (jam)
48	28.81	9.40
49	27.83	10.00
50	28.32	10.20
51	28.32	10.40
52	29.3	11.00
53	29.3	11.20
54	28.81	11.40
55	28.81	12.00
56	28.32	12.20
57	27.34	12.40
58	28.32	13.00
59	28.81	13.20
60	27.34	13.40
61	27.34	14.00
62	27.83	14.20
63	27.34	14.40
64	27.83	15.00
65	27.83	15.20
66	28.81	15.40
67	30.27	16.00
68	31.25	16.20
69	32.23	16.40
70	34.67	17.00
71	35.64	17.20
72	35.16	17.40

Tabel A.1. Lanjutan

No	Temperatur (°C)	Pukul (jam)
73	33.69	18.00
74	31.74	18.20
75	31.74	18.40
76	31.25	19.00
77	31.25	19.20
78	29.79	19.40
79	30.76	20.00
80	30.27	21.00
81	29.79	21.20
82	29.30	21.40
83	29.30	22.00
84	29.79	22.20
85	29.30	22.40
86	28.32	23.00
87	28.81	23.20
88	28.32	23.40
89	29.30	24.00
90	29.30	1.00
91	28.81	1.20
92	27.83	1.40
93	28.32	2.00
94	28.32	2.20
95	28.32	2.40
96	27.34	3.00
97	28.81	3.20

Tabel A.1. Lanjutan

No	Temperatur (°C)	Pukul (jam)
93	28.32	2.00
94	28.32	2.20
95	28.32	2.40
96	27.34	3.00
97	28.81	3.20
98	28.81	3.40
99	28.32	4.00
100	27.34	4.20
101	28.32	4.40
102	28.32	5.00
103	28.32	5.20
104	27.34	5.40
105	27.83	6.00
106	27.34	6.20
107	27.83	6.40
108	28.32	7.00
109	28.32	7.20
110	28.81	7.40
111	28.81	8.00

LAMPIRAN B
(Data Uji Temperature Reservoir Setelah Dikontrol)

Tabel B.1 Data Uji *Temperature Reservoir* Setelah dikontrol
Tanggal 11-06-2015

No	Temperatur per (20 menit)	Temperature rata-rata	waktu
1	25.88	25.88	1
2	25.88		
3	25.88		
4	26.39	25.72333333	2
5	25.39		
6	25.39		
7	25.88	25.88666667	3
8	25.88		
9	25.90		
10	25.90	25.90	4
11	25.90		
12	25.90		
13	25.90	25.90	5
14	25.90		
15	25.90		
16	25.88	25.88	6
17	25.88		
18	25.88		
19	26.37	26.37	7
20	26.37		
21	26.37		

Tabel B.1. Lanjutan

No	Temperatur per (20 menit)	Temperature rata-rata	waktu
22	27.83	27.65	8
23	27.32		
24	27.79		
25	27.28	27.28	9
26	27.28		
27	27.28		
28	28.1	28.10	10
29	28.1		
30	28.1		
31	28.32	28.32	11
32	28.32		
33	28.32		
34	27.83	27.67	12
35	27.83		
36	27.34		
37	27.34	27.18	13
38	27.34		
39	26.86		
40	26.66	25.98	14
41	25.39		
42	25.9		
43	26.37	26.04	15
44	25.88		
45	25.88		
46	26.37	25.72	16
47	25.39		
48	25.39		

Tabel B.1. Lanjutan

No	Temperatur per (20 menit)	Temperature rata-rata	waktu
49	25.88	25.55	17
50	25.39		
51	25.39		
52	25.39	25.55	18
53	25.39		
54	25.88		
55	25.88	25.88	19
56	25.88		
57	25.88		
58	25.88	25.88	20
59	25.88		
60	25.88		
61	25.88	25.88	21
62	25.88		
63	25.88		
64	25.88	25.88	22
65	25.88		
66	25.88		
67	25.88	25.88	23
68	25.88		
69	25.88		
70	26.37	26.69	24
71	26.37		
72	27.34		

DAFTAR PUSTAKA

1. Abrar, Auliya. 2014. "*Analisis Termal Daerah Perakaran Pada Media Tanam Hidroponik Untuk Tanaman Selada Di Dataran Rendah Tropika*". [jurnal]. IPB. Bogor
2. Dena Kusuma, Wahdani. 2009. "*Simulasi Larutan Nutrisi Di Tangki Dan Bedeng Pada Desain Bedeng Hidroponik Secara Nutrient Film Technique (NFT)*". [jurnal]. IPB. Bogor
3. Diansari, Muthia. 2008. "*Pengatur Suhu, Kelembapan, Waktu Pemberian Nutrisi Dan Waktu Pembuangan Air Untuk Pola Cokok Tanam Hidroponik Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535*". [jurnal]. UI. Jakarta
4. Hariatun Kusyunarti, Saptasari 2008. "*Penggunaan Programmable Logic Controller (PLC) untuk Pengendalian Kelembapan Udara Dan Temperature Larutan Nutrisi Pada Budidaya Tanaman Hidroponik Dengan Sistem EBB dan Flow*". [jurnal]. IPB. Bogor
5. Elviana. 2008. "*Pengaruh Pendinginan Siang/Malam Larutan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Selada Secara Nutrient Film Technique (NFT)*". [jurnal]. IPB. Bogor
6. Malvino, Prinsip-prinsip Elektronika, Jakarta, Erlangga, 1996.
7. Teknik Elektro Links. Rangkaian Sensor suhu LM35. <http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35/>. Tanggal akses 20-03-2015 [ONLINE]
8. Tutorial Elektronika. Apa dan Bagaimana Karakteristik Sensor. <http://tutorialelektronika.blogspot.com/2009/02/apa-dan-bagaimana-karakteristik-sensor.html>. Tanggal akses: 20-03-2015 [ONLINE]
9. Arduino. 2014. Arduino Mega 2560, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>. Tanggal akses : 20-03-2015 [ONLINE]
10. <http://RangkaianDriverRelayPraktisMenggunakanTransistorBipolarTeknikElektroLinks.htm> [ONLINE]
11. alldatasheet.com (diakses pada tanggal 29 Juni 2015 pukul 14:04 WIB) [ONLINE]

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 13 Nopember 1993. Pada saat ini bertempat tinggal di Jl. Dukoh Desa Sukolilo Kecamatan Sukodadi Kaupaten Lamongan. Pada tahun 2006, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Sukodadi I Lamongan. Pada Tahun 2009 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMPN 2 Lamongan. Pada tahun 2012 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMAN 3 Lamongan. Pada tahun 2015 ini, penulis mampu menyelesaikan pendidikan Diploma di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email berikut: dhi.triana@gmail.com